



La importancia de las criptomonedas y su impacto en los mercados financieros internacionales a partir de la evolución del bitcoin

The importance of cryptocurrencies and their impact on international financial markets based on the evolution of bitcoin



DOI: <https://doi.org/10.51378/reuca.v1i14.7525>

Recibido: 12/09/2022 Aceptado: 30/11/2022

Christian Orlando Díaz Zaldaña

Investigador independiente

00065471@uca.edu.sv

ORCID: 0000-0002-6349-0217

El Salvador

Roberto Manuel Mayorga Peraza

Investigador independiente

00038017@uca.edu.sv

ORCID: 0000-0001-5178-9345

El Salvador

Alberto José Amaya Ayala

Investigador independiente

00122717@uca.edu.sv

ORCID: 0000-0002-9924-9118

El Salvador

Roberto Javier Salazar Hernández

Investigador independiente

00307517@uca.edu.sv

ORCID: 0000-0002-6789-2184

El Salvador

Resumen

El presente artículo recoge los resultados de una investigación realizada con el objetivo de determinar el impacto de las criptomonedas, en general, y del bitcoin, en particular, sobre el sistema financiero internacional. Con ese fin, se parte del origen de la criptomoneda, sus principales características, así como su evolución durante el período de 2019-2021. De la misma manera, se determinan las diversas aplicaciones que posee la criptomoneda, como activo de inversión, y el Blockchain, como sistema de pago. Esto servirá como base para adentrarse en la relación cuantitativa que existe entre el mercado de las criptomonedas y los mercados financieros. Para ello, se modela mediante una metodología de Vectores Autorregresivos (VAR) con el fin de determinar el posible impacto. Las conclusiones arrojan que el desarrollo y profundización del mercado de las criptomonedas ha sido posible dado su mayor uso como activo de inversión, pero también apuntan que las regulaciones locales, así como su perfil de riesgo, limitan su uso. Además, el efecto que tienen los indicadores de mercado tradicionales sobre el bitcoin es significativo a nivel matemático, por lo que los comportamientos y la volatilidad característica de los mercados convencionales han causado impacto sobre la estabilidad de las criptomonedas en el período analizado.

Palabras clave: criptomonedas, bitcoin, Blockchain, aplicaciones bursátiles.

Abstract

This article collects the results of an investigation carried out with the aim of determining the impact of cryptocurrencies, in general, and of bitcoin, in particular, on the international financial system. To this end, it is based on the origin of the cryptocurrency, its main characteristics, as well as its evolution during the period of 2019-2021. In the same way, the various applications that the cryptocurrency has, as an investment asset, and the Blockchain, as a payment system, are determined. This will serve as a basis to delve into the quantitative relationship that exists between the cryptocurrency market and the financial markets. To do this, it is modeled using a Vector Autoregressive (VAR) methodology in order to determine the possible impact. The conclusions show that the development and deepening of the cryptocurrency market has been possible given its greater use as an investment asset; but they also point out that local regulations, as well as their risk profile, limit their use. In addition, the effect that traditional market indicators have on bitcoin is significant at a mathematical level, so the behaviors and volatility characteristic of conventional markets have had an impact on the stability of cryptocurrencies in the period analyzed.

Keywords: cryptocurrencies, bitcoin, Blockchain, stock market applications.

Introducción

La evolución de los sistemas financieros es la respuesta a diversas problemáticas que el ser humano se enfrenta en sociedad, tales como los desarrollos de los sistemas de pago o los sistemas de negociaciones bursátiles. La innovación de herramientas financieras permite la expansión de negociaciones e intercambios de valores y bienes, así como mejoras regulatorias dentro de mercados financieros.

En este artículo se profundizará sobre el origen y el desarrollo del mercado de las criptomonedas, una de las mayores innovaciones financieras recientes. Se toma como referencia principalmente al bitcoin, dada su importancia dentro del ecosistema de cripto activos.

Definiciones y origen de las criptomonedas

Las criptomonedas suponen una alternativa de inversión que tienen como objetivo la descentralización. En ese sentido, según el Banco Central Europeo (2012), las criptomonedas se definen como “una representación digital de valor, no emitida por ninguna autoridad central, institución de crédito o emisor de dinero electrónico reconocido que, en ciertas ocasiones, puede ser utilizada como medio de pago alternativo al dinero” (p.4). En su defecto, siguiendo a Sánchez Roa (2014), las criptomonedas también se pueden definir como “un sistema de pago a través de Internet, basadas en un sistema peer-to-peer o red entre iguales (P2P), que contienen un elemento de seguridad basado en la criptografía y en donde el valor es transmitido electrónicamente entre las partes”.

Entorno a la función social de las criptomonedas, existe un debate acerca del cumplimiento pleno de las características básicas del dinero, que son, de acuerdo con Sánchez Roa (2014), medio de pago, unidad de cuenta y depósito de valor. Para el autor, tales activos

no cumplen tales funciones. Otros autores como Vora (2015) afirman que se cumplen ciertas funciones, como el medio de intercambio.

En cuanto a la funcionalidad operativa de las criptomonedas, estas funcionan bajo un sistema llamado Peer to Peer (P2P), que según Santín (s.f.), se entiende como “una red informática que no tiene clientes y servidores fijos, sino una serie de nodos que se comportan a la vez como clientes y como servidores de los demás nodos de la red”. La Facultad de Ciencias Sociales y Humanidades de la Universidad Nacional de Misiones (2016) define a los nodos como “una serie de bloques de información textual o multimedia que componen en sí mismos una unidad de sentido”. En otras palabras, estos nodos permiten a los usuarios ampliar la información y profundizarla a partir de diferentes enfoques.

De acuerdo con Padró (2019), las principales características de las criptomonedas son la virtualidad, un sistema descentralizado, independiente y transparente, la visión integral y fácil acceso, el anonimato, la alta operatividad y los avances tecnológicos aplicados.

Es importante abordar la tecnología base de las criptomonedas; esto es las cadenas de bloque o Blockchain. Valencia (2021) expone que se puede entender como un gran libro contable en el que todos tienen libre acceso. En este caso, se trata de una tecnología para el registro y transmisión de información que funciona sin un ente central que lo controle. Por esto, técnicamente, se puede entender como una base de datos distribuida, en la cual las informaciones enviadas por los usuarios y demás datos vinculados pasan por un proceso de verificación y, posteriormente, son agrupadas en intervalos de tiempo conocidos como “bloques”, los cuales al unirse logran formar una cadena.

Bitcoin, la criptomoneda más representativa

Palacios et al. (2015) definen a la criptomoneda bitcoin como “una fuente abierta de dinero electrónico y pagos en la red que actúa como moneda alternativa, moneda digital o criptomoneda virtual.” Este tipo de moneda virtual utiliza una serie de algoritmos criptográficos para garantizar la seguridad de las transacciones; además, es respaldada por una red de usuarios a nivel mundial, en lugar de una entidad financiera o un banco central que controle su emisión, lo cual representa una diferencia respecto a monedas tradicionales/divisas.

Siguiendo a Vora (2015), el bitcoin es una moneda virtual atribuida a Satoshi Nakamoto y que no tiene, hasta el momento, una representación física o tangible. Debido a que la información en el sistema está protegida mediante cifrado criptográfico, la moneda generalmente utiliza el prefijo “crypto”, logrando así un significado específico con el que se busca denotar seguridad y anonimato. La unidad de la moneda se llama bitcoin (BTC), mientras que la subdivisión de un BTC es el Millibitcoin (mBTC = 10^{-3}), microbitcoin (μ BTC = 10^{-6}) y un satoshi (10^{-8}).

De acuerdo con Gorjón (2014), “Bitcoin nace en 2009 con ambiciones elevadas: proporcionar a los ciudadanos un medio de pago que posibilite la ejecución de transferencias de valor rápidas, a bajo coste y que, además, no pueda ser controlado ni manipulado por gobiernos, bancos centrales o entidades financieras.”

En ese sentido, para comprender el estado actual del bitcoin, resulta importante revisar su evolución histórica. Para ello, en los siguientes subapartados se

analiza la evolución de esta criptomoneda en términos de precios, cantidades de transferencias, cantidades de bitcoins en circulación, bitcoins minados y capitalizaciones, etc., para los períodos comprendidos entre 2009-2018 y 2019-2021. Con ello se pretende visualizar la trayectoria del principal crypto activo y su incidencia en el mercado de criptomonedas hasta la fecha.

a. Bitcoin, período 2009-2018

A principios del año 2009, se minó el primer bloque por Satoshi Nakamoto, proceso por el cual se obtuvo una recompensa de 50 bitcoins. Para el año 2010, se calculaba que entre los inversores había un total de 2,630,000 bitcoins, por lo que en 2011 tiene lugar la primera burbuja en relación con el precio del bitcoin, en donde la volatilidad, que es su característica más notoria, alcanza para ese momento un valor récord de \$1 dólar.

Durante los subsecuentes años, su precio enfrentó diversas situaciones. Entre ellas, alcanzó máximos históricos, así como diversas caídas de importancia. En 2018, tras las sucesivas subidas históricas en su precio y la presencia de burbujas financieras generadas por el bitcoin, se crean Bitcoin Cash, Bitcoin Core, Bitcoin Classic y Bitcoin Unlimited como medios de combate a la especulación y así dar respaldo a la moneda.

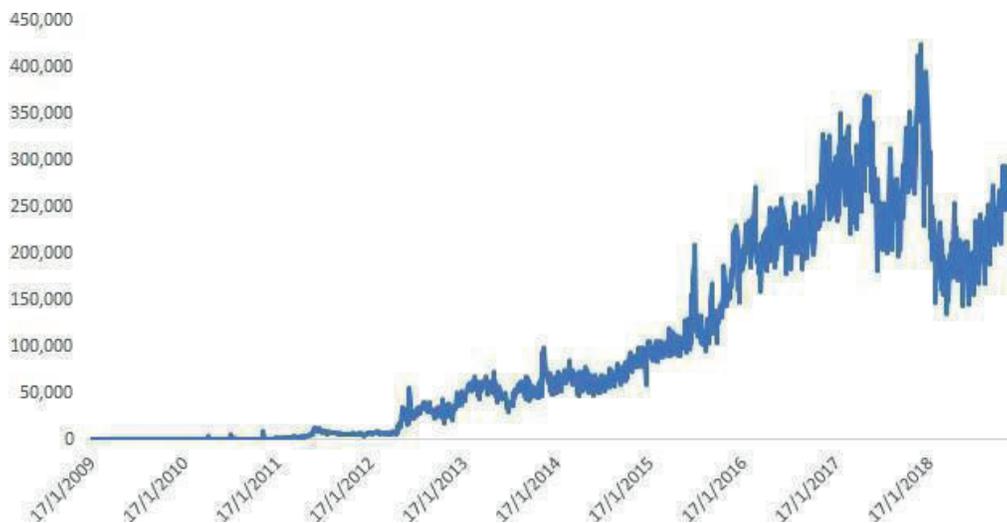
Ahora bien, en cuanto al precio del Bitcoin, es conocido por ser altamente volátil; pese a ello, según detalla CoinDesk (2022), “Bitcoin se ha convertido en el activo de mayor rendimiento de cualquier clase (incluidas acciones, materias primas y bonos) durante la última década, con un asombroso aumento del 9 000 000 % entre 2010 y 2020.” En el gráfico 1 se presenta el precio de la criptomoneda para el período 2010-2018.

Gráfico 1: Precios diarios del Bitcoin. Periodo 2010-2018

Fuente: elaboración propia en base a Investing (2022).

En ese sentido, es importante ver cómo, a pesar del bajo uso y de la baja aceptación que el bitcoin, como medio de pago, experimentó durante sus primeros años, su precio se caracterizó por ser altamente volátil. Sin embargo, el precio ha

mantenido claramente una tendencia alcista en el tiempo. En el gráfico 2 se presentan el total de transacciones diarias del Bitcoin para el período 2009-2018.

Gráfico 2: Total de transacciones diarias de Bitcoin. Periodo 2009-2018

Fuente: elaboración propia en base a Investing (2022).

Al observar el Gráfico 2, se observa que, inicialmente, el bitcoin no era visto como una opción viable de medio de pago por parte de muchos usuarios, ya que para los años 2009 y 2010 las transacciones por medio de bitcoin eran muy escasas. Sin embargo, la tendencia incremental de la cantidad de transacciones diarias fue marcándose en los siguientes años.

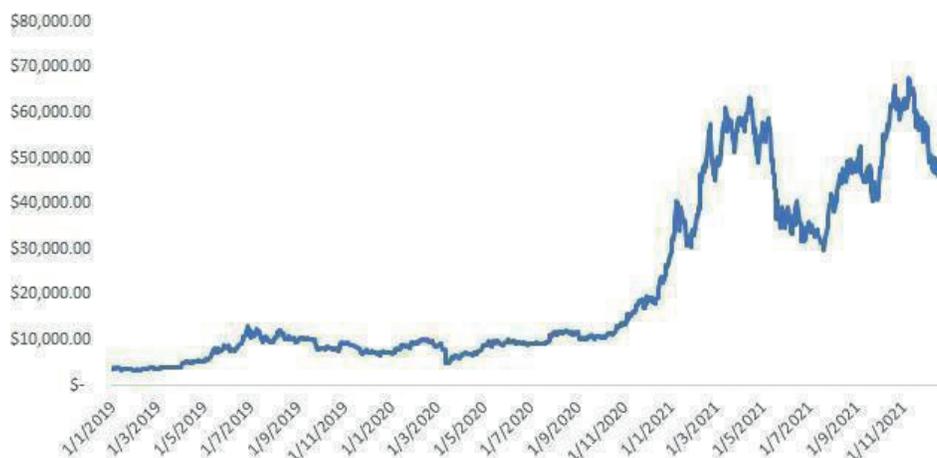
Por lo tanto, se puede concluir que, con el pasar de los años, las transacciones por medio de bitcoin han presentado una tendencia a crecer en el largo plazo. El aumento ha sido propiciada por varios factores: uno ha sido el lanzamiento de plataformas que facilitaban el procesamiento de las transacciones; otro factor muy importante fue que, en 2014, se generalizó la aceptación del bitcoin como medio de pago por parte de comercios

y empresas de importancia en Estados Unidos y, por último, ha influido el reciente crecimiento en términos de capitalizaciones que ha tenido dentro del mercado, posicionándolo como un activo de inversión de interés.

b. Bitcoin, periodo 2019-2021

Durante este periodo, el bitcoin ya se encuentra catapultada como una criptomoneda fuerte y de representación en los mercados financieros. Tanto así que la minería de la criptomoneda, para el año 2019, traspasaba el total de 18 millones de bitcoins; además, su precio ese año se elevó hasta cerrar, en diciembre, casi en los \$10,000 dólares. En el gráfico 3 se observan los precios diarios del bitcoin para el período 2019-2021.

Gráfico 3: Precios diarios del Bitcoin. Periodo 2019-2021



Fuente: elaboración propia con base en Investing (2022).

Como se observa, el año 2020 fue bastante atípico en varios sentidos. El bitcoin experimentó ciertas alzas en el precio (únicas en la historia de las criptomonedas), lo cual fue impulsado, de cierta manera, por la pandemia de COVID-19. El precio alcanzó y rebasó su antigua marca de casi \$20,000, principalmente por la creciente incertidumbre que se percibía a nivel mundial, en dónde el Bitcoin empezó a verse como un instrumento de reserva de valor de parte de muchos inversionistas,

quienes vieron en las criptomonedas y el Bitcoin, un instrumento de protección en contra de la inflación y las consecuentes medidas de política monetaria ejecutadas por los Bancos Centrales.

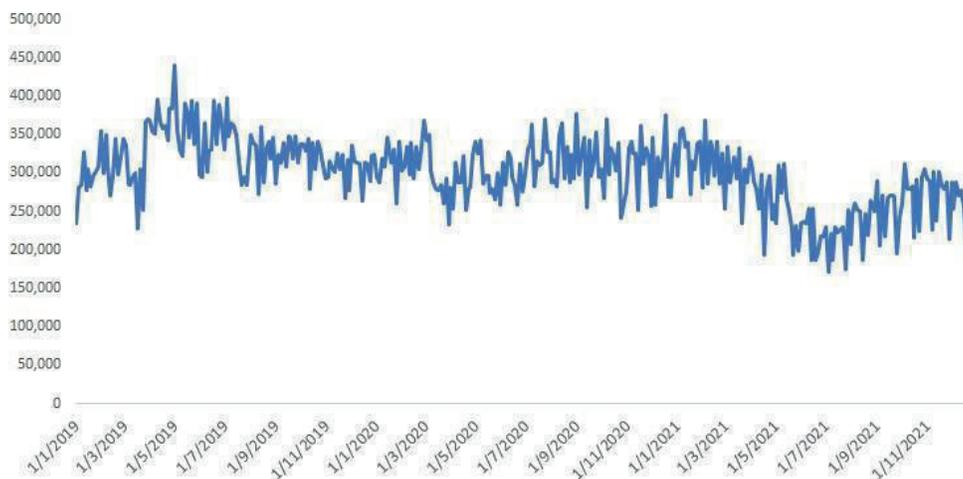
Para el año 2021, el precio se mueve de nuevo al alza y logra triplicarse de manera histórica, llegando a costar cada bitcoin un poco más de \$66,000.

Al visualizar el Gráfico 4, se refleja de manera general un comportamiento de crecimiento constante en

el número de transacciones diarias realizadas por medio de bitcoin. El año 2019 se inicia con un total de 234 mil y se cierra, en diciembre, con un total de 324 mil transacciones por día. Para el año 2021, la

situación es muy parecida, solo que se presenta un ligero decrecimiento: se empieza el año con un total de 297 mil y se cierra con una cifra de 269 mil transacciones diarias.

Gráfico 4: Total de transacciones diarias de Bitcoin. Periodo 2019-2021



Fuente: elaboración propia en base a Blockchain (2022).

Importancia de las criptomonedas

La innovación juega un rol preponderante dentro de la organización social, especialmente dentro de las finanzas y los mercados financieros. Esencialmente, el término se refiere al desarrollo y la difusión de nuevos productos, tecnología y tipos de organización basada en procesos tecnológicos (Hirsch-Kreinsen, 2011).

Entiéndase, pues, la innovación financiera tal como la entienden Levish, Corrigan, Sanford y Votja (1998), es decir, cuando se cumplen funciones de importancia mayor dentro del sector financiero, los cuales se categorizan en:

- Proveer apropiados instrumentos que permitan optimizar los sistemas de pagos;
- Mejorar los mecanismos para la gestión de recursos financieros, diversificación y la compensación de riesgo;

- Facilitar intercambios monetarios entre divisas;
- Facilitar el flujo de excedentes de ahorro dentro de instrumentos que requieran financiamiento e inversión, de manera local.

En adición, el planteamiento de Hirsch-Kreinsen (2011) incorpora la aplicación de elementos tecnológicos dentro del desarrollo y difusión de productos nuevos y negociables, servicios y la misma organización tecnológica y corporativa.

Una de las innovaciones financieras más recientes e importantes ha sido la creación del bitcoin (BTC), que se remonta al año 2009. De acuerdo con Álvarez (2019), este sistema se basa en transferencias que no requieren de un intermediario centralizado que identifique y certifique la información, sino que se encuentran distribuidas en múltiples nodos independientes entre sí, que la registran y la validan sin necesidad de que haya confianza entre ellos, conocidos como cadenas de Blockchain. Este hecho permitió una

innovación tecnológica a gran escala, dado el desarrollo posterior de tecnologías de criptomonedas, así como proliferación de activos digitales descentralizados dentro del ámbito financiero.

En ese sentido, el surgimiento del mercado de las criptomonedas responde a dos de las cuestiones más importantes que Levish et al. (1998) consideran, las cuales son: el desarrollo de instrumentos que permitan mejoras sobre los sistemas de pago, así como mejoras en los mecanismos para la gestión de inversiones de activos, su diversificación y la compensación de riesgo que conllevan.

Aplicaciones financieras

Sin embargo, este auge de los cripto activos (activos digitales), la transformación de los sistemas financieros tradicionales y, en especial, el crecimiento y la trascendencia de las criptomonedas han permitido un debate sobre los temas en torno a las finanzas tecnológicas (Fintech).

El mercado de criptomonedas se fundamenta en la idea de finanzas descentralizadas (DeFi), dado que pretenden reducir la dependencia de intermediación financiera y de valores mediante el uso extendido de los nodos del Blockchain. Esta tecnología de procesamiento tiene como objetivo mejorar la eficiencia en la asignación de recursos y facilitar las reformas y la transformación de los mercados financieros (Zhao, 2021).

En ese sentido, el término DeFi se refiere a la categoría de aplicaciones basadas en Blockchain, para prestar servicios financieros descentralizados involucrando a una variedad de tecnologías, modelos de negocios y estructuras organizacionales; todo ello basado en los protocolos DeFi, que define todas las especificaciones de software que permiten crear, manejar y convertir activos digitales creados sobre las cadenas de bloques.

Tendencias financieras en la banca

Una visión conservadora sobre el desarrollo de criptomonedas la desarrollan Portilla et al. (2022),

dado que consideran la necesidad de intermediarios que puedan proveer confianza durante los servicios de custodia e intermediación. Esta visión valida los aportes que las instituciones financieras tradicionales desarrollan con el fin de ofrecer nuevos productos y servicios a una mayor cantidad de clientes. La expectativa general respecto a las cadenas de bloque y sus posibles aplicaciones sobre diversas industrias trajo programas piloto conducidos dentro del sector financiero y la industria bancaria mundial. De acuerdo con Prove (2021), empresa especializada en seguridad informática, diversas instituciones bancarias han realizado pruebas piloto, entre ellas Deutsche Bank (Alemania), DBS Bank (Singapur), JP Morgan Chase y Co. (Estados Unidos), Santander (España), entre otras.

Esto supone, además, la necesidad de un marco regulatorio definido que vele por la eficiencia, operatividad y buen funcionamiento de un mercado de criptomonedas. El surgimiento de nuevas oportunidades de negocios dentro de la industria financiera, utilizando las facilidades que provee la tecnología Blockchain, basados en protocolos DeFi, permite el desarrollo de productos y servicios para diversos fines.

Portilla et al. (2022) realizan categorizaciones de importancia respecto a las aplicaciones del Bitcoin y su tecnología sobre la banca pública, comercial y de inversiones, facilitando una mayor comprensión de la complejidad y profundidad de las aplicaciones basadas en protocolos DeFi. Estas categorías son: moneda basada en Blockchain; Blockchain y valores; y autorización y sistemas de pagos.

a. Moneda basada en Blockchain

Dentro de las monedas creadas a partir de la tecnología del Blockchain, existen dos categorías de importancia: monedas descentralizadas y monedas centralizadas. Las primeras se refieren a aquellas que nacen a partir de una iniciativa privada, dentro de los mercados extrabursátiles y se negocian por medio de intercambios descentralizados. El mayor exponente, dada su capitalización de mercado, es el bitcoin;

sin embargo, cada vez existen más proyectos que pretenden establecerse y obtener una mayor cuota de participación dentro del mercado de las criptomonedas. El establecimiento de este mercado se dará a medida que una mayor cantidad de inversionistas privados posean exposición de esos activos dentro su portafolio de inversión.

Por otro lado, dentro de la categoría de monedas centralizadas existen las monedas estables (stablecoin), las cuales, según BBVA (2021), son tokens que buscan reducir la volatilidad de las criptomonedas, mediante una colateralización o el uso de algoritmos. Las monedas estables colateralizadas se suelen asociar a monedas fiat (i.e. Theter) o a otras criptomonedas (i.e. DAI).

b. Blockchain y valores

Una de las recientes aplicaciones financieras de mayor crecimiento son los instrumentos colateralizados mediante cripto activos. Esto es debido al desarrollo acelerado de diversos instrumentos que tienen como objetivo dos funciones: (i) proveer alternativas de inversión convencionales basados o colateralizados en criptomonedas dentro de los mercados organizados; (ii) proveer instrumentos que permitan a inversionistas institucionales de importancia exposición al mercado de criptomonedas sin la tenencia de tales activos.

Existen diversas plataformas, ya sea centralizadas o descentralizadas, que ofrecen este servicio. Un ejemplo dentro de las centralizadas es el Banco SEBA, de origen suizo, el cual ofrece servicios de productos estructurados, mandatos discrecionales y certificados administrados.

Otros servicios centralizados son los que se ofrecen dentro de los fondos cotizados (Exchange-Traded Fund, ETF). El primer fondo basado en los futuros del Bitcoin que cotizó dentro de la Bolsa de Nueva York

(NYSE) fue el ProShares Bitcoin Strategy ETF (BITO), lanzado en octubre de 2021.

c. Autorización y sistemas de pagos

Actualmente, existen desarrollos basados en tecnología Blockchain, que permiten la realización de transacciones complejas, transfronterizas y multiagentes, las cuales suceden de forma ágil y reducen dramáticamente los costos de transacción.

Un número creciente de compañías y FinTechs han ido desarrollando sistemas de pagos transfronterizos basados en tecnología Blockchain. Un ejemplo notable es el de Ripple Labs Inc., la cual es una red de intercambio que busca proveer un servicio de pagos e intercambios de monedas en tiempo real. Se observa cómo han ido incorporando clientes institucionales de importancia.

Otras instituciones han optado por desarrollar sus propios servicios. Un ejemplo de ellas es JP Morgan Chase y Co., dado que fue el primer banco global en ser implementador de una red diseñada para facilitar los pagos instantáneos utilizando tecnología Blockchain, además de su propia moneda digital denominada JPM Coin (JP Morgan, 2021).

Riesgos asociados al mercado de criptomonedas

El crecimiento del mercado de cripto activos, especialmente el bitcoin, trae consigo un aumento en las posibilidades de enfrentar riesgos en los mercados financieros y su estabilidad. De acuerdo con el Consejo de Estabilidad Financiera (Financial Stability Board [FSB], 2018), existen cuatro riesgos primarios: (i) riesgo de liquidez de mercado; (ii) riesgo de volatilidad; (iii) riesgo de apalancamiento; y (iv) riesgos tecnológicos y operativos. Además de los anteriores, la siguiente tabla presenta de forma resumida los diferentes riesgos asociados al mercado de las criptomonedas.

Tabla 1: Diferentes tipos de riesgos asociados a las criptomonedas

Tipo de riesgo	Descripción
Riesgo de volatilidad de precios (riesgo de mercado)	Dada la existencia de volatilidad en los precios del mercado de criptomonedas, "Las criptomonedas pueden experimentar una volatilidad de precios significativa debido a que la cantidad en circulación no se puede manipular rápidamente, a diferencia de un supuesto sistema monetario del banco central de bajo riesgo" (Harrast, McGilsky, y Sun, 2021).
Riesgo de tipo de interés	Dentro del mercado de criptomonedas existe también la posibilidad de generar dividendos basándose en interés. Sobre el depósito que se realice estará definido un plazo y tasa específica, con lo cual el interés queda fijado al momento de iniciarse la transacción. El riesgo proviene del balance entre el beneficio aportado por el interés, ya que usualmente entre mayor el interés ofrecido, mayor será el riesgo que esperar.
Riesgo de liquidez	En el mercado de las criptomonedas este riesgo se presenta de manera amplificada, dado que los esquemas de intermediarios no se encuentran en las mismas condiciones operativas y legales de los intermediarios de valores convencionales. Esto podría afectar su capacidad de poseer liquidez para las operaciones transadas,
Riesgo transaccional	Este riesgo se relaciona a las transacciones entre entes que buscan realizar intercambios entre ellos. Estas constantes fluctuaciones entre precios y transacciones definen la poca estabilidad dentro del mercado de criptodivisas.
Riesgo económico	El mercado de crypto activos se encuentra directamente relacionado con los eventos que suceden a diario y que tienen repercusiones en el precio del bitcoin.

Fuente: Elaboración propia con base en Harrast, McGilsky, y Sun (2021), Ross, Westerfield, y Jordan (2010), y Tracy (2019).

Planteamiento del modelo de Vectores Autorregresivos (VAR)

Dentro del mercado de las criptomonedas, hay dos situaciones que se deben tener en consideración. La primera es que podría haber un impacto en los mercados regulados debido a una mayor bursatilidad del instrumento, en consecuencia de una mayor exposición en los portafolios de los inversionistas; y la segunda es que sucederá un aumento de productos derivados/colateralizados del bitcoin. Esta investigación plantea responder a las inquietudes que surgen de la primera situación.

Para ello se utilizará un Modelo de Vectores Autorregresivos. Esta metodología tiene dos grandes utilidades: pueden llegar a definir el comportamiento dinámico entre variables y permite examinar la causalidad entre variables. La simplicidad de este método y las predicciones que pueden ser obtenidas son algunas de las virtudes de este modelo (Gujarati & Porter, 2010).

Al tratar todas las variables como endógenas al modelo, es posible trazar una línea de causalidad entre estas, utilizando los rezagos pertinentes a cada análisis. Mediante la metodología planteada por Granger, se define si la causalidad de las relaciones que tienen los índices de mercado, siendo estos el oro, NASDAQ y S&P500, con el bitcoin, durante el periodo 2019-2021. Se limita a buscar establecer esta relación, dejando de lado las predicciones, las cuales se dificultan debido a la volatilidad de precios. Un modelo VAR de x rezagos está compuesto por la siguiente fórmula:

$$Y_t = C + A_1 Y_{t-1} + A_2 Y_{t-2} + \dots + A_x Y_{t-x} + \varepsilon_t$$

En donde Y^t denota un vector de variables de series de tiempo, A_i denota una matriz de parámetros y ε_t denota un vector de error aleatorio.

Esta base se expande dependiendo del número de variables y rezagos, siendo el punto de partida más básico el utilizar el mínimo de dos variables y

dos rezagos, con lo que un modelo VAR se puede representar como:

$$Y_t = \beta_{10} + \sum_{p=1}^p (\beta_{1p} Y_{t-p}) + \sum_{p=1}^p (\gamma_{1p} X_{t-p}) + \varepsilon_{1t}$$

$$X_t = \beta_{20} + \sum_{p=1}^p (\beta_{2p} Y_{t-p}) + \sum_{p=1}^p (\gamma_{2p} X_{t-p}) + \varepsilon_{2t}$$

Para verificar la validez de los resultados presentados por el modelo se utilizan indicadores, ya sea para determinar el rezago óptimo o para verificar la estabilidad del modelo.

Para determinar los rezagos óptimos se puede utilizar el indicador de Akaike, Schwarz o Hannan-Quinn, los cuales buscan poder determinar el rezago que brinde la información apropiada al modelo. De igual manera, se debe verificar que las variables a utilizar sean estacionarias, es decir, establecer que las variables asimilen un ruido blanco para evitar tendencias, sino un rango en el cual se desenvuelven, antes de proceder a utilizar el modelo VAR. Se realiza una prueba de raíz unitaria para corroborar esto y, para ello, se utiliza la prueba de Dickey-Fuller aumentada. Una vez se tengan variables estacionarias, se puede realizar el primer modelaje y proceder a probar la estabilidad del modelo.

Inicialmente, los resultados no sugieren una relación espuria, basándose en la falta de autocorrelación y el encontrar las variables dentro de dos errores estándar dentro del correlograma. Al examinar los resultados expuestos por el modelo, se puede llegar a observar una clara causalidad Granger de las variables de mercado sobre el bitcoin, con lo que se puede asumir que los cambios en estas variables de mercado tienen un impacto directo en el movimiento de esta moneda. Para mostrar los resultados y lecturas de datos, se presenta la siguiente tabla:

Tabla 2: Resumen de resultados modelo VAR

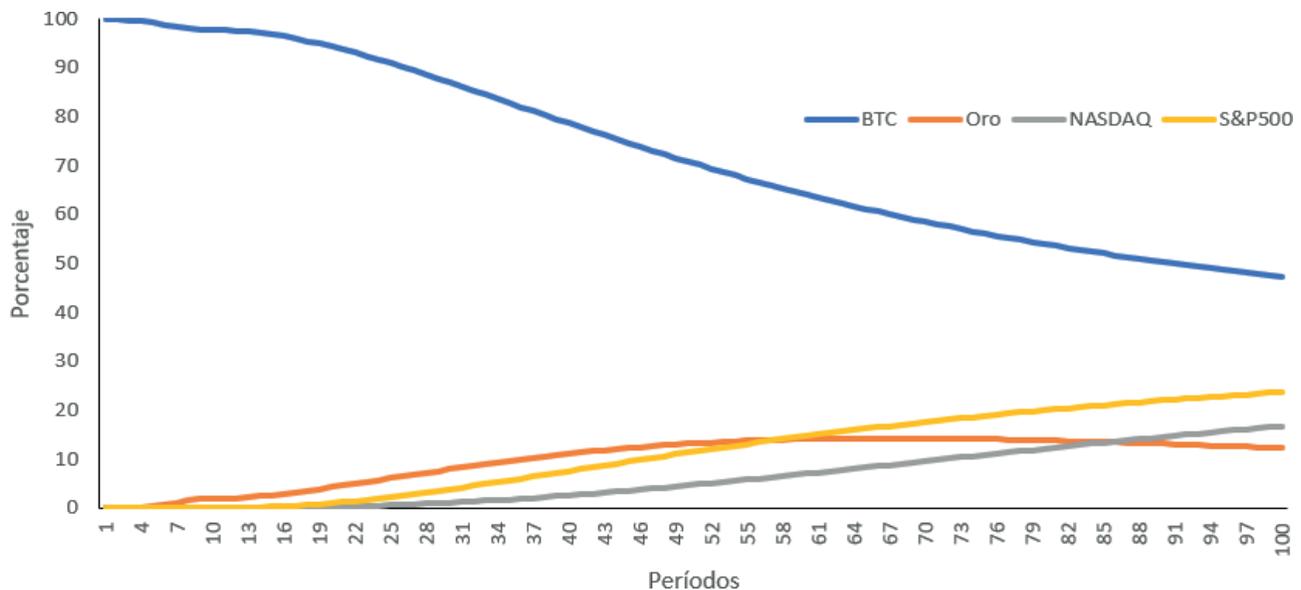
Tabla Resumen de Resultados			
Causalidad Granger			
Variable dependiente: BTC		Correlogramas	
Oro	0.0009	Variables se encuentran dentro del rango de 2 errores estándar hasta los 10 rezagos.	
NASDAQ	0.0038		
S&P500	0.0109		
Respuesta de Impulsos			
Respuesta de shock de _____ en el Bitcoin (100 periodos)			
NASDAQ	Aumento en estos periodos		
Oro	Reducción inicial, luego tendencia a regresar a estabilidad		
S&P500	Reducción en estos periodos		
Descomposición de varianza			
En qué medida se explica el BTC por la variable expuesta			
	En 1 período	En 50 períodos	En 100 períodos
BTC	100%	70.84%	47.23%
NASDAQ	0%	4.64%	16.74%
S&P500	0%	11.36%	23.70%
Oro	0%	13.14%	12.30%
TOTAL	100%	100%	100%
Prueba de autocorrelación LM			
No existe autocorrelación en los 10 rezagos			

Fuente: Elaboración propia con lecturas de Eviews.

Lo anterior no muestra el tipo de relación que tienen las variables, con lo que es preciso observar los resultados brindados tanto por las respuestas de impulsos y la descomposición de la varianza. Al examinar la descomposición de la varianza, se observa que el

bitcoin deja de ser explicado por sí mismo en el largo plazo y las demás variables se vuelven significativas para explicar sus cambios, con lo cual se confirma que existe una relación en el tiempo.

Gráfico 5: Descomposición varianza BTC 100 períodos



Fuente: Elaboración propia con datos de Eviews.

Aceptando los resultados de este modelo VAR como válidos, se puede asegurar la relación entre estas variables de mercado con el BTC y, extrapolando las expectativas de mercado, ya que se utilizan indicadores del mercado en general, se puede llegar a asumir que el mercado financiero tradicional logra influenciar el comportamiento del bitcoin directamente, con lo cual la descentralización del mercado de las criptomonedas sigue estando dependiente de los entes centralizados, incluso si es de una manera indirecta.

Conclusiones

La presente investigación planteó inicialmente la interrogante ¿Cuál ha sido el impacto del auge de las criptomonedas, en general, y el bitcoin, en particular,

sobre el sistema financiero internacional? Para ello, se realizó una revisión bibliográfica extensiva, así como una investigación cualitativa y cuantitativa, que arrojó las siguientes conclusiones:

- i. La evolución del bitcoin y, con ella, el desarrollo y profundización del mercado de las criptomonedas, ha repercutido de diversas formas sobre los mercados financieros internacionales. En un principio, como cripto activos de inversión, han moldeado una manera de transar sin la necesidad de intermediarios bursátiles tradicionales, proveyendo nuevas oportunidades de negocios y de desarrollo de esquemas transables. Por el contexto económico surgido a partir de 2020, cada vez las inversiones en criptomonedas están más

- presentes dentro de portafolios de inversionistas retail e institucionales. Sin embargo, para los últimos existen dificultades para ser considerada como una opción concreta, debido a limitantes dentro de las regulaciones locales, las políticas de inversión institucionales y las perfilaciones de riesgo por la alta volatilidad de estos activos.
- ii. La estructura base de las criptomonedas, el Blockchain, supone un avance tecnológico dentro del proceso de evolución de los sistemas financieros. Se encuentra en fases de desarrollo e implementación en diversas aplicaciones dentro de herramientas, servicios y productos financieros, principalmente, y dentro de otros sectores económicos. El uso de esta tecnología genera valor agregado en cuanto al manejo de información, la encriptación, seguridad y transparencia, al manejarse mayoritariamente dentro de redes públicas. Como resultado, se vislumbra a largo plazo un mayor uso de la tecnología Blockchain como una herramienta para hacer más eficientes los diversos ámbitos y procesos donde se desarrolla.
 - iii. El proceso de evolución del mercado de criptomonedas supondrá una incursión de productos derivados de ellas, los cuales serán construidos dentro de esquemas legales y de operatividad bursátil con los que cuentan los mercados organizados. Tales productos plantean desafíos para inversores retail e institucionales, debido al manejo y la medición del riesgo dado los activos subyacentes.
 - iv. La maduración del mercado de las criptomonedas se dará considerando la evolución de los esquemas legales que se establezcan dentro de diversos países. A medida se adopten leyes que definan un marco normativo para su incursión y aceptación como medio de cambio y como un activo de inversión para instituciones reguladas, será cada vez más transable, permitiendo un mayor desarrollo y profundidad del mercado, y modelos de negocios basados en estas tecnologías.
 - v. Una regulación estricta de las transacciones de los cripto activos de inversión se dificultará, dados los mecanismos operativos particulares con los que cuentan los agentes que intermedian dentro del esquema del mercado de las criptomonedas.
 - vi. El efecto que tienen los indicadores de mercado tradicionales sobre el bitcoin es significativo en un nivel matemático, con lo cual se puede asegurar que el mercado de criptomonedas es afectado directamente por el mercado tradicional, ya que el bitcoin es una influencia general en el entorno de criptomonedas. Los comportamientos y la volatilidad característica de los mercados convencionales pueden causar un gran impacto sobre la estabilidad del mercado de las criptomonedas en el largo plazo.

Referencias bibliográficas

- Álvarez, L. J. (2019). Criptomonedas: evolución, crecimiento y perspectivas del Bitcoin. *Población y Desarrollo*, 25 (49). 130-142
<http://scielo.iics.una.py/pdf/pdfce/v25n49/2076-054x-pdfce-25-49-130.pdf>
- BBVA (2021). ¿Qué son las "stablecoins" y para qué sirven? <https://www.bbva.com/es/que-son-las-stablecoins-y-para-que-sirven/>
- BCE(2012). Virtual C u r r e n c y Schemes. Banco Central Europeo. <https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/other/virtualcurrencyschemes201210en.pdf>
- CoinDesk (2022). Bitcoin Price. BTC Price Index. <https://www.coindesk.com/price/Bitcoin/>

- Facultad de Ciencias Sociales y Humanidades de la Universidad Nacional de Misiones (2016). Nodos y enlaces. Manual de Estilo Web. <https://www.fhycs.unam.edu.ar/manual/nodos-y-enlaces/>
- Financial Stability Board (2018). Crypto-asset markets: Potential channels for future financial stability implications. <https://www.fsb.org/2018/10/crypto-asset-markets-potential-channels-for-future-financial-stability-implications/>
- Gorjón, S. (2014). Divisas o moneda virtual: el caso del Bitcoin. Banco de España, 1-13. https://www.in-diem.com/wp-content/uploads/2017/12/Nota_informativa_Bi
- Gujarati, D., & Porter, D. (2009). *Econometría*. McGraw-Hill.
- Harrast, S., McGilsky, D., y Sun, Y. (2021). *Determining the Inherent Risks of Cryptocurrency: A Survey Analysis*. American Accounting Association. doi: <https://doi.org/10.2308/CIIA-2020-038>
- Hirsch-Kreinsen, H. (2011). Financial Market and Technological Innovation. *Industry and Innovation*, 18(4), 351–368. doi:10.1080/13662716.2011.573954
- JP Morgan (2021). J.P. Morgan creates digital coin for payments. <https://www.jpmorgan.com/solutions/cib/news/digital-coin-payments>
- Levish, R., Corrigan, G., Sanford, C., y Votja, G. (1998). Financial Innovations in International Financial Markets, in Feldstein, M. (Ed.), *The United States in the World Economy* (1st ed., pp. 215-277). University of Chicago Press. <https://www.nber.org/books-and-chapters/united-states-world-economy>
- Padró, L. (2019). Criptomonedas y tecnología Blockchain. La iniciativa "Valladolid Blockchain". [Tesis de grado, Universidad de Valladolid]. <https://core.ac.uk/download/pdf/286693373.pdf>
- Palacios, Z., Vela M., y Tarazona, G. (2015). Bitcoin como alternativa transversal de intercambio monetario en la economía digital. *Redes de Ingeniería*. (Tesis de grado, Universidad Distrital Francisco Javier de Caldas). <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.redes.2015.1.a08>
- Portilla, D., Kappos, D., Van Ngo, M., Rosenthal-Larrea, S., Buretta, J., y Fargo, C. (2022). Blockchain in the banking sector: A review of the landscape and opportunities. <https://corpgov.law.harvard.edu/2022/01/28/Blockchain-in-the-banking-sector-a-review-of-the-landscape-and-opportunities/>
- Prove (2021). Know more: Blockchain - overview, tech, application areas y use cases. <https://www.prove.com/blog/an-overview-of-blockchain-technology>
- Ross, S., Westerfield, R., y Jordan, B. (2010). *Fundamentals of Corporate Finance*. New York: McGraw Hill
- Sánchez Roa, J. (2014). Criptomonedas. Corte Suprema de Justicia de Paraguay. <https://www.pj.gov.py/ebook/monografias/extranjero/civil/Julia-Sanchez-Criptomonedas.pdf>
- Santín, A. (s.f.). Peer 2 Peer. Sistemas operativos distribuidos. <http://www.dit.upm.es/~joaquin/so/p2p/p2p.pdf>

- Tracy, P. (2019). Investing Answers. <https://investinganswers.com/dictionary/t/transaction-risk>
- Vora, G. (2015). Cryptocurrencies: Are Disruptive Financial Innovations Here? *Modern Economy*, 6, 816-832. <http://dx.doi.org/10.4236/me.2015.67077>
- World Bank (1989). The evolution of financial systems. *World Development Report*. <https://elibrary.worldbank.org/doi/abs/10.1596/0-1952-0788-2>
- Zhao, L. (2021). The function and impact of cryptocurrency and data technology in the context of financial technology: Introduction to the issue. *Financial Innovation*, 7 (84). <https://jfin-swufe.springeropen.com/articles/10.1186/s40854-021-00301-w>